

河北省工业和信息化厅

冀工信钢铁函〔2024〕288号

河北省工业和信息化厅 关于印发《河北省 2024 年钢铁行业先进工艺 技术装备推荐目录》的通知

有关市工业和信息化局，省冶金行业协会、省节能协会：

为贯彻落实国务院《推动大规模设备更新和消费品以旧换新行动方案》和省委、省政府工作部署，加快推动我省钢铁行业技术装备高端化升级改造，激发高质量发展新动能，经我厅广泛征集、审慎筛选，编制了《河北省 2024 年钢铁行业先进工艺技术装备推荐目录》。现印发给你们，请结合实际，切实做好宣传引导和推广应用。

河北省工业和信息化厅

2024 年 6 月 21 日

河北省 2024 钢铁行业鼓励推广先进工艺技术装备目录（23 项）

序号	技术/装备名称	技术/装备简要介绍	主要参数及技术经济指标	应用情况及实施效果	技术提供/应用单位
1	铁矿烧结降碳减排耦合喷吹技术	针对烧结特性，对烧结机系统进行了烧结烟气内循环、外循环、料面天然气与机尾除尘或环冷机尾气耦合喷吹、料面蒸汽喷吹、点火炉低负压点火技术和点火自动控制等技术耦合应用，实现烧结综合降碳减排。	内循环烟气比例：12.5%；外循环烟气比例：10.4%；天然气喷吹量：350m³/h；固体燃料降低 5.49kg/t-s；点火焦炉煤气用量：2.07m³/t；CO 下降幅度 17.6%；SO ₂ 下降幅度 20.87%；NO _x 下降 5.29%；外排烟气总量下降 20.83%	本技术应用于首钢京唐 2 台 500m² 烧结机。固体燃料降低 5.49kg/t；烧结平均粒度提高 0.49mm；还原度指数（RI）提高 0.14%。烟气排放方面，CO 降幅 17.6%，SO ₂ 降幅 20.87%，NO _x 降幅 5.29%，外排烟气量下降 20.83%，综合减排效果显著。	北京首钢国际工程技术有限公司
2	烧结烟气一氧化碳减排	在烧结 SCR 脱硝烟气加热装置之后增设 CO 反应装置，经过 CO 催化反应后烟气再送回 SCR 装置进行脱硝，可将烟气中的 CO 控制在 2000mg/Nm³ 以下。	烟气处理量为 130×10 ⁴ Nm³/h（标况），入口 CO 浓度约 8000mg/Nm³，出口 CO 浓度小于 2000mg/Nm³。	本技术应用于河钢集团邯宝钢铁有限公司 2#360m² 烧结机，烧结机一氧化碳排放浓度降低到 2000mg/Nm³ 以下；烟气温度升高 35-45℃，吨矿可节约高炉煤气 30-50m³。	河钢集团邯钢公司
3	双级高效湿式除尘技术	含湿烟气在经过收集后通过烟气管道进入除尘器内，在一级除尘腔室内与除尘循环水系统接触，实现烟气中粗大颗粒的初步去除；烟气进一步向下流动，通过筛管将烟气均匀分布在水浴室内，实现烟气的一级除尘。一级除尘后的烟气通过气水分离后进入到湿式电除尘内，在湿式电除尘器内实现烟气的精细除尘。	将喷淋除尘与水浴除尘有机结合，采用支管分配烟气，提高烟气分配均匀性，增大烟气与循环水接触面积，一级除尘效率可超过 99%；二级除尘后粉尘排放浓度稳定不超过 10mg/Nm³。	本技术适用于钢铁行业烧结混合机烟气、炼钢钢渣处理烟气的超低排放治理，应用于首钢京唐现有两条 500m² 烧结生产线，两套除尘设施于 2021 年 9 月投运，投运后颗粒物排放指标低至 3mg/Nm³，系统运行稳定，与烧结生产同步率达到 100%。	北京首钢国际工程技术有限公司

序号	技术/装备名称	技术/装备简要介绍	主要参数及技术经济指标	应用情况及实施效果	技术提供/应用单位
4	低能耗 CFB 脱硫+SCR 脱硝耦合技术	工艺路线为循环流化床脱硫+布袋除尘+SCR 脱硝，针对行业内普遍存在循环烟量大、能耗高的问题，通过对塔体结构的优化及运行控制系统的完善，开发了床层压力自动调节技术、塔顶温度自动控制技术、灰斗压力监测及控制技术等，提高对烟气量的适应范围，减少循环烟量，节省风机能耗及后续脱硝系统的燃料消耗量等。	脱硝采用低温催化和高效换热技术，采用≤220℃低温催化剂及高效 GGH 换热器，GGH 热端温差可≤20℃，大大减少了脱硝补热升温系统的燃料耗量。	本技术应用于首钢迁钢带式焙烧机产线，建设一套 CFB 脱硫+SCR 脱硝设备，处理烟量为 180 万 m ³ /h，投运后，排放烟气 SO ₂ 浓度<20mg/Nm ³ ，NO _x 浓度<15mg/Nm ³ ，颗粒物浓度<5mg/Nm ³ ，优于国家超低排放指标要求。	北京首钢国际工程技术有限公司
5	高硫烟气双级湿法脱硫、冷凝及深度除尘技术	采用双塔三循环技术，共设置两级塔，主塔完成两级脱硫，副塔完成冷凝和深度除尘，设独立浆池。两级脱硫独立设置浆液循环系统，将氧化结晶所需的低 pH 值工况与高效脱硫所需的高 pH 值工况进行划分，降低液气比、浆液循环量；脱硫塔内设置强制湍流器，提高传质动力，提高 SO ₃ 脱除效率，脱硫后设置烟气直接喷淋冷凝系统，回收吸收塔内蒸发水量的 70%并降低了烟气中的水汽含量，回收水量可用于浆液制备、吸收塔补水、除雾器冲洗等；冷凝后的烟气设置多级除雾及湿式电除尘器，去除颗粒物的同时协同脱除 SO ₃ 、重金属等，规避下游设备及烟道的堵塞和腐蚀，提高后续脱硝系统的运行稳定性。	1) 湿法脱硫工艺对 SO ₃ 的脱除效率稳定提升至 60%以上。 2) 实现低液气比高效脱硫，与常规系统相比可减少 30%的浆液循环量，节省循环泵电耗约 30%。 3) 冷凝回收水量占蒸发水量的 70%；脱硝入口的烟气中的雾滴含量降至 15mg/Nm ³ 以下，与常规系统相比使烟量下降约 8%，节省燃料消耗量 10%-15%。 4) 缓解换热系统堵塞与腐蚀的问题，运行阻力与氟塑料换热器相比降低 30%。	本技术应用于攀钢西昌球团烟气治理项目。2022 年 11 月投运，投运后，烟囱排放烟气 SO ₂ 排放浓度≤35mg/Nm ³ ，颗粒物浓度≤8mg/Nm ³ 。系统回收冷凝水量 28t/h，占蒸发水量的 78%，回收的水量用于浆液制备、吸收塔补水、除雾器冲洗等，减少了新水耗量；烟气经冷凝除雾后，减少烟气中水汽含量，对应减少烟量 6 万 Nm ³ /h，脱硝系统可节省高炉煤气 1350Nm ³ /h，同时缓解 GGH 的堵塞、腐蚀。烟气冷凝采用直接喷淋冷凝方式，减少了间接换热系统堵塞与腐蚀的问题，运行阻力与氟塑料换热器相比，阻力降低 30%。	北京首钢国际工程技术有限公司

序号	技术/装备名称	技术/装备简要介绍	主要参数及技术经济指标	应用情况及实施效果	技术提供/应用单位
6	焦化行业智能配煤软件	华院计算 Uni-Coal 智能焦化系统是一种基于自学习技术的智能配煤系统，它通过应用数学建模、机器学习以及运筹优化等算法模型，并结合煤焦知识、专家经验以及实际生产数据，自动升级迭代配煤模型。该系统能够快速适应复杂的煤种变化，优化配煤结构，减少优质炼焦煤的使用比例，从而降低生产成本、稳定焦炭质量、提高配煤效率。系统适用于焦化企业，特别是面对煤种多变、煤质波动性大、干馏过程复杂等挑战的企业，能够帮助企业打破技术壁垒，实现数字化、智能化转型升级。	配煤成本：炼焦过程中吨焦配煤成本降低 5-50 元。 生产效率：系统能在 25 秒内生成三种配煤方案，提高配煤效率。焦炭质量预测：焦炭冷态强度 M40 平均误差 $\leq 2\%$ ，M10 平均误差 $\leq 1.5\%$ ；焦炭热态强度 CRI 平均误差 $\leq 1.5\%$ ，CSR 平均误差 $\leq 2\%$ ；焦炭灰分(Ad)平均误差 $\leq 0.5\%$ ；焦炭硫分(St, d)平均误差 $\leq 0.05\%$ 。 经济效益：综合效益提高 2%，具体数据需根据实际情况而定。	应用于宝武新钢集团炼铁事业部焦化区。	华院计算技术（上海）股份有限公司
7	焦炉煤气脱硫废液及硫磺制酸技术	本技术采用“浆液进料、富氧焚烧、两转两吸”为特点的脱硫废液及硫磺制酸技术，解决了国内焦炉煤气氨法湿式氧化脱硫工艺副产低纯度硫磺资源利用及脱硫废液环境污染的技术难题。	富氧空气中氧浓度 35-40%；SO ₂ 转化率 $\geq 99.9\%$ 。排放尾气中有害物 SO ₂ $\leq 30\text{mg/Nm}^3$ ，硫酸雾 $\leq 5\text{mg/Nm}^3$ ，NO _x $\leq 150\text{mg/Nm}^3$ 。	本技术应用于南钢产业发展有限公司燃料供应厂，处理 170 万吨焦/年焦炉煤气氨法湿式氧化脱硫工艺副产低纯度硫磺及脱硫废液，生产工业硫酸，可用于本厂煤气脱氨、生产硫酸铵的原料，替代外购硫酸，实现了资源的循环利用。	中冶焦耐（大连）工程技术有限公司
8	高效集成的焦炉煤气氨水脱硫技术	本技术采用优化脱酸蒸氨操作参数后，并采用新型塔内件，解决气液分布均匀度，提高设备传质能力，能够有效解决了脱硫脱氨的效率。	以 200 万吨/年焦炭规模、煤气中硫化氢 6g/m ³ ，氨 8g/m ³ 左右，实现脱硫后硫化氢 200mg/m ³ ，氨 50mg/m ³ 。	本技术应用于首钢京唐钢铁联合有限公司二期焦化工程，该项目于 2019 年全负荷投产，运行稳定。	中冶焦耐（大连）工程技术有限公司

序号	技术/装备名称	技术/装备简要介绍	主要参数及技术经济指标	应用情况及实施效果	技术提供/应用单位
9	焦炉交换及废气系统故障监测与节能分析系统	本系统采用小烟道连接管自动测温技术，实现对废气交换开闭器内气流温度的在线检测；采用智能算法，实现对焦炉所有废气开闭器设备的掉砣、卡砣和交换加热系统的断链、整体丢交换事故的自动识别；通过特征值趋势曲线对比和数据统计报表等管理功能，实现对废气开闭器漏气、煤气串漏、短路下火、煤气与空气流量配比不合理等异常生产情况的定性分析。	本系统为焦炉烟道走廊的交换及废气系统提供了新型无人自动监测解决方案，可取代人工定期烟道巡检，取代人工定期测量小烟道温度。	本系统应用于鞍钢鲅鱼圈炼焦部，核算年节约高炉煤气 1800 万立方米，高炉煤气单价按照 0.1 元/立方米估算，年节约 180 万元，静态投资回收期约为 2.4 年。	中冶焦耐（大连）工程技术有限公司
10	新一代干熄焦数智管控系统	本技术借鉴人工智能和自动化信息技术在工业应用的成功经验，充分利用人工智能技术挖掘数据中蕴含的知识，采用多源数据驱动技术，利用多种来源的数据进行综合分析，以解决复杂系统问题的先进技术。	无故障运行保持不低于 30 天；功能投入率=100%；计算机系统负载率：≤50%；全流程仿真建模稳态平均误差≤5%；数字孪生涵盖数据采集项≥90%；能耗指标降低不小于 5%，烧损率指标降低不小于 20%；相同质量下配煤成本降低不小于 0.5%。	本技术应用于山西安昆新能源有限公司全干熄焦自动化提升及 3#干熄焦数智管控系统。同传统的干熄焦技术相比，人员成本节约 50%以上；能耗指标降低 5%，烧损率指标降低 25%；相同质量下配煤成本降低 0.7%。	中冶焦耐（大连）工程技术有限公司
11	火车快速定量装焦装置	焦炭火车装车能力≥2400 吨焦炭/小时/台。	装车能力≥2500 吨焦炭/小时/台；列车速度：采用火车头牵引，适应速度 0.8-1.5km/h；装车系统静态称重精度：单车皮≥±0.1%，整列车装车精度≥±0.05%。装车型式：单车单次称量，半列或全列连续装车。可有效减低粉尘浓度 50-89%。	本技术应用于河南省顺城集团煤焦有限公司。2021 年投产以来生产运行正常。	中冶焦耐（大连）工程技术有限公司
12	炼焦煤预筛分技术	本技术通过设置交叉筛对煤料（水分 9-14%）进行筛分，筛分后筛上物料（粒径>3mm）进	对于炼焦煤，当要求筛下物料粒度≤3mm 时，交叉筛设备生产能力可达 600t/h 以上，	本技术应用于山西美锦华盛项目，备煤系统共设置 3 条筛分-粉碎料线，料线 2	中冶焦耐（大连）工程技术有限公司

序号	技术/装备名称	技术/装备简要介绍	主要参数及技术经济指标	应用情况及实施效果	技术提供/应用单位
		入粉碎机进行粉碎，筛下物料（粒径 $\leq 3\text{mm}$ ）不再进入粉碎机粉碎，避免过细粉碎，以达到节能降耗、节约操作费用、提高焦炭质量的目的。	功率 135kW。	开 1 备，每条料线最大生产能力 550t/h，与未采用煤预筛分技术方案相比，粉碎机功率可降低 28%，年设备能耗可降低约 235.4 万 kW·h。	
13	干熄焦高温超高压/超高温超高压中间一次再热锅炉发电技术	本技术中间一次再热系统是指锅炉产生的新蒸汽在汽轮机内高压缸膨胀做功，高压排汽进入到锅炉的再热器中，提高再蒸汽的过热温度，再热蒸汽出口温度与主蒸汽温度相当，然后将高温的再热蒸汽送到汽轮机低压缸中继续膨胀做功，直到蒸汽乏汽成冷凝水，完成蒸汽在汽轮机膨胀作功。中间一次再热汽轮机的内效率高，整体热力系统热效率高，中间再热技术同时提升汽轮机末级叶片干度及机组稳定运行。	本技术适用于 125t/h-260t/h 干熄焦(单台套焦炭处理能力)，锅炉蒸发量从 62.5t/h-138t/h，主蒸汽压力 13.8MPa，主蒸汽温度 540/570℃，再热蒸汽温度 540/570℃，配置的汽轮发电机组 30-50MW 规模，汽轮机转速 5000r/min。	本技术应用于广西盛隆三期干熄焦项目，综合发电效率与同规模高温高压（9.8MPa，540℃）发电相比，提升 13% 以上。年节约标煤约 1.36 万吨，年减少 CO ₂ 排放约 3.7 万吨，即减少 22kgCO ₂ /吨焦排放。	北京首钢国际工程技术有限公司/北京中日节能环保工程技术有限公司
14	NSAD 干法高炉煤气精脱硫成套装备	本装备采用高炉煤气选择性吸附脱硫技术，先将高炉煤气中的有机硫催化转化成无机硫（硫化氢），再通过纳米级孔径的吸附材料进行吸附，实现对高炉煤气中的含硫物质的特异性吸附，从而脱除煤气中的硫化物。技术流程包括预处理、水解转化、吸附、再生。	成套装备的煤气处理量 10-100 万 Nm ³ /h；成套装备前后压力损失： $\leq 5\text{kPa}$ ；脱硫后煤气总硫含量 $< 15\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，煤气燃烧后烟气 SO ₂ 含量 $< 20\text{mg}/\text{Nm}^3$ ；脱氯效率 $\geq 99\%$ （大幅削弱煤气管网的腐蚀问题）；催化剂和吸附剂可循环再生，使用寿命 ≥ 3 年；降低煤气含湿量 70%，提高煤气热值 10%。	本装备应用于河北津西钢铁集团高炉煤气精脱硫项目。建设小时处理煤气量 50 万 m ³ 脱硫系统，项目运行后脱硫后的煤气燃烧烟气中的二氧化硫小于 35mg/m ³ 。相较于采用末端治理技术，烟气治理年运行成本减少 15%-20%。	中琉科技有限公司
15	先进氢冶金技术与工艺开发实验研究	本技术研发了冶金用储输一体化大规模供氢系统、高炉多模式喷氢装备及高炉富氢冶炼	1) 冶金用储输一体化大规模供氢系统：经过卸气系统将高压氢气气源减压至 3MPa，	本技术应用于昌黎县兴国精密机件有限公司 30 万 m ³ /d 可再生能源电解水制	昌黎县兴国精密机件有限公司

序号	技术/装备名称	技术/装备简要介绍	主要参数及技术经济指标	应用情况及实施效果	技术提供/应用单位
	—高炉富氢低碳冶炼技术	操作工艺制度及系统，解决了气储输-富氢冶金-碳捕集循环的全链条工序环节安全规模化用氢、稳定高效化富氢及绿色经济化制氢的氢冶金关键共性问题，高炉富氢低碳冶炼技术开发工艺围绕制氢-氢气储输-富氢冶金-碳捕集循环的全链条技术创新展开，完成供氢、富喷吹、炉顶煤气循环喷吹等关键技术的攻关突破、集成创新和装备工程化。	进入低压缓冲罐，低压缓冲罐为减压撬系统提供稳定的压力与流量，之后减压撬系统减压至用户所需压力 0.4-1MPa，通过风口直吹管斜插氢气喷枪或风口小套内部喷氢管道等装置向用户点喷吹氢气，共有 16 支支路。2) 富氢低碳冶炼关键设备及操作工艺包：开发了喷氢一体专用风口小套、直吹管斜插式氢气喷枪多形式喷吹装置，以适配不同喷吹位置对喷氢设备的要求。	氢-450m³ 高炉富氢冶炼-炉顶煤气循环工业化应用示范项目。喷射装置计为 2 台，每台分配 8 条支路，总 16 条支路。高炉喷氢后吨铁降碳约为 30%-50%。	
16	基于氢基竖炉短流程低碳绿色冶炼新工艺	本工艺是将氢基直接还原竖炉和电炉炼钢结合的短流程炼钢新工艺，为电炉冶炼高品质洁净钢提供了有效的手段。工艺包含了张宣科技全球首例“焦炉煤气零重整竖炉直接还原”示范项目和两座 120 吨康斯迪电弧炉，通过在电炉上应用 DRI 的工艺操作，在提高钢水质量的同时，降低了电炉对废钢的依赖，为大部分钢铁企业探索出一条切实可行的可持续发展道路。	年产量 55 万吨，年运行净时间 8000 小时，产品金属化率 94%以上，碳含量 2%，电弧炉配加 DRI 试验，目前最高稳定配加比例 35%，收得率 76%。	本工艺应用于张宣科技全球首例“焦炉煤气零重整竖炉直接还原”示范项目和两座 120 吨康斯迪电弧炉。自 2022 年 12 月项目全线贯通，2023 年 5 月实现安全顺利连续生产以来，以焦炉煤气零重整创新工艺短流程冶炼的烟气排放量降低到高炉长流程的三分之一，实现 CO ₂ 、SO ₂ 、NO _x 、烟粉尘排放分别减少约 70%、30%、70%、80%以上，金属化率持续稳定在 94%以上，C 含量稳定在 2%-3%，达到设计水平。电弧炉配加 DRI 试验，目前最高稳定配加比例 35%，收得率 76%。	河北张宣高科科技有限公司

序号	技术/装备名称	技术/装备简要介绍	主要参数及技术经济指标	应用情况及实施效果	技术提供/应用单位
17	基于连铸坯智能定重的小型钢散尺率控制技术成套装备	本技术装备通过工业大数据对连铸坯进行定重维度数字孪生，构建连铸坯定重物联网，建立钢轧融合互通的信息流进行联动生产，以铸坯智能定重在线模型为核心，将传统的连铸坯定尺切割模式升级为连铸坯定重切割模式，并在线优化提高定重精度，最终实现按国标精准控制型钢生产，降低散尺率。	本技术装备累计长短尺率比实施前降低了0.53%；累计长短尺率降低收益1013.4万元；切头切尾率比实施前降低了1.17%；切头切尾率降低收益2684.4万元。（型钢产量按照191.2万吨计算，按照型钢散尺材与一级成品材吨钢差价1000元/吨；废品与成品差价1200元/吨计算。）	该定重系统2023年7月投运。在连铸二操作现场进行试验验证。坯子重量计算软件研发成功，称重后人工标定重量，自动计算调整定尺长度。定重偏差 $\pm 2.5\%$ （ $\pm 6\text{kg}$ ）合格率达到86.42%，完成了80%的目标。	唐山市玉田金州实业有限公司
18	极致能效的新能源智能化钢卷运输装备技术	本装备技术多项技术均属国际首创，超级电容供电自行车钢卷运输车采用纯超级电容供电、车在轨道上行驶、无线远程控制。其主要设备组成是：车体、车轮组、鞍座、超级电容器、控制柜、无线通讯系统、安全防护系统、自动充电装置等。	设备重量：700吨；装机容量：763.7kW；满足生产节奏（90秒/卷）。与托盘式运输方案相比：1）工程总投资约为传统技术方案的75%；2）工期大幅压缩至传统方案的60%；3）使用维护成本约为传统方案的65%。	本装备技术2022年应用于某冷轧公司钢卷运输系统。项目以4台智能化新能源钢卷车为核心装备，实现了钢卷的地面运输与天车的“天地协同”，平均每卷减少天车运输距离200米，钢卷倒垛率减少30~50%，有效减小了现有天车的运行压力和中间库叉车、汽车倒运量，既提高了钢卷运输效率，又降低了安全风险，并且更加环保节能。	北京首钢国际工程技术有限公司
19	高效钙基超细干粉法脱硫技术装备	本技术通过喷射装置向烟道相应区域喷入钙基超细粉脱硫剂，高活性脱硫剂与烟气中 SO_2 等酸性成分充分接触并发生化学反应，实现 SO_2 的固化及脱除，脱硫后粉状颗粒物随气流进入布袋除尘器进一步完成脱硫反应，经布袋除尘器净化后达标排放。	设计烟气在烟道和布袋除尘器内的停留时间 ≥ 2 秒，设施投运后可使炉窑排放烟气的 SO_2 排放浓度 $< 10\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，颗粒物浓度 $< 5\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，优于国家超低排放指标要求。本工艺适用于烟气温度高于 140°C 、 SO_2 排放浓度小于 $300\text{mg}/\text{Nm}^3$ 的低硫烟气治理。与钠基SDS脱硫工艺相比，该工艺满足脱硫	本技术应用于首钢迁钢热轧部加热炉增加脱硫设施项目。一热轧4座加热炉合建1套脱硫设施，处理风量为57万 m^3/h ；二热轧为3座加热炉分别建设1套脱硫设施，每套设施处理风量为21万 m^3/h 。2023年8月项目投运，烟囱排放烟气 SO_2 排放浓度 $< 10\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，颗粒	北京首钢国际工程技术有限公司

序号	技术/装备名称	技术/装备简要介绍	主要参数及技术经济指标	应用情况及实施效果	技术提供/应用单位
			剂不通过磨机使用，且副产物为一般固废，具有明显的经济效益。	物浓度 $<5\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，优于国家超低排放指标要求。	
20	液态同步伺服节能系统	本系统是采用先进的微电脑控制技术和先进的矢量控制算法以及限流技术，伺服驱动器与伺服电机一起对液压设备的压力、流量形成一个双闭环控制系统。伺服系统中的微电脑通过信号接收器反馈的数据对整个生产过程进行全程精准计算，然后将数字信号反馈给伺服驱动器作为驱动指令，控制油压驱动电机转速，准确提供系统所需的压力和流量，同时可减少冷却水用量 30%左右。完全从源头上阻止浪费，液压系统平均节电率可达 30%-60%。	本系统响应速度快：0-100%升、降速变化最快可达 30ms 时间 ≤ 0.1 秒，0-100%压力变化时间 ≤ 0.1 秒，提高生产效率；控制精确：由于伺服电机本身的转速回馈和油泵出口的压力传感器与驱动器形成了两个闭环回路，因此控制的精确度大大提高，提高产品的一致性；高超载能力强：伺服的力矩超载倍数 $\geq 200\%$ ；状态转换灵活：速度、力矩控制灵活切换，平滑；降低液压油温：减少冷却水的用量 30%以上，某种场合甚至完全不需水冷；延长设备使用寿命：减轻开、锁模冲击，延长液压油泵，机械和模具使用寿命；降噪：噪音降低，减少环境污染。	本系统应用于河北立中集团 200 台液压设备。液压电机总功率为 10000 千瓦，年节能 1000 万度电，节电率达 70%，节能系统使用寿命十年。	上海迈昭电子科技有限公司
21	富余煤气超高温亚临界发电技术	本技术通过钢铁企业内部富余的煤气进入锅炉产生蒸汽推动汽轮机带动发电机发电。通过不断提高主蒸汽参数，提高循环热效率，大幅提升机组的能源利用效率，减少能源消耗，并进一步降低碳排放和污染物排放。	主机参数：330t/h 超高温亚临界煤气锅炉+100MW 超高温亚临界中间一次再热汽轮机+110MW 发电机。实现利用钢铁企业富余煤气量折合高炉煤气约 28.64 万 Nm^3/h (煤气热值为 $850\text{kcal}/\text{Nm}^3$)。	本技术应用于 330t/h 超高温亚临界煤气锅炉+100MW 超高温亚临界中间一次再热汽轮机+110MW 发电机。年发电量约 8 亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ ，热效率 41%。每年节约 37696tce，减排二氧化碳 30.9 万 t、二氧化硫 720t、氮氧化物 130t。与高温超	北京首钢国际工程技术有限公司

序号	技术/装备名称	技术/装备简要介绍	主要参数及技术经济指标	应用情况及实施效果	技术提供/应用单位
				高压机组对比发电效率提升 3.2%，煤气单耗降低 8%，年净增供电量 0.5 亿 kW·h。	
22	低成本真空变压吸附制氧技术	本技术采用“离心风机+离心真空泵+三吸附塔”流程，打破了传统“罗茨风机+鼓风机+双塔”工艺技术壁垒；传统变压吸附技术最大单体规模约 7500m ³ /h；采用“离心”工艺技术，最大单体规模可达到 15625m ³ /h，可有效减少机组台套数量；采用传统“罗茨”工艺技术，低频噪音大，降噪成本高，效果差；而采用“离心”工艺，其噪声主要为高频噪音，降噪成本降低，降噪效果好。	该技术常规单机规模 7500Nm ³ /h，产品经济纯度在 80-93%之间，其适用于对氧气纯度要求不高的工序；如大型钢铁联合企业中的高炉富氧喷吹、石灰窑富氧燃烧、烧结富氧等工艺。与传统深冷法对比，真空变压吸附制氧综合成本较低，约 0.32kW·h/m ³ 纯氧（深冷法制氧成本约 0.5kW·h/m ³ 纯氧），符合钢铁行业节能降碳要求。	该技术应用于首钢京唐钢铁联合有限责任公司低成本制氧项目中，项目采用离心风机、真空泵配合 3 塔的 VPSA 工艺技术，单体规模 15625Nm ³ /h，共 4 套，氧气纯度 80%，折合电耗约 0.3kW·h/m ³ 纯氧，相对深冷法空分制氧节能约 40%。2022 年 11 月 30 日正式投产运行，各项工艺设备均达到设计产能，提升了京唐公司 5500m ³ 高炉的冶炼强度，富氧率提高到 9%，有效降低了焦比。	北京首钢国际工程技术有限公司
23	透平式能量回收技术及装备	本装置采用透平和泵连轴的结构设计，通过透平将膜组件排放的高压浓盐水压力能转换为机械能，驱动泵转动对原水增压，达到节能降耗的目的。透平式液压能量回收装置具有结构简单、操作维护方便、应用拓展性好等优点，可用于钢铁企业废水零排放、除盐水处理、中水处理回用等多个应用场景。	本装置流量处理范围 10m ³ /h-500m ³ /h，压力范围 0.8MPa-8MPa，反渗透（纳滤）主机节能 30%以上，噪声≤80dB。能量转换效率由原来的 65%提升至近 85%，达到国际先进水平；开发的刚性转轴非线性动力学失稳抑制技术有效提升了装备的可靠性与环保友好性，振动降至 0.7-1.5mm/s、噪声降至 80dB，远低于国际同类产品；开发的耐磨蚀材料优选及其精密加工成形技术提升	本装置应用于永兴岛 1000m ³ /d 反渗透工程。采用 1000 吨/天（2×500 吨/天运行+500 吨/天备用）双膜法处理工艺。额定流量 92.6m ³ /h，透平效率实际换算值 86.4%，泵效率实际换算值 86.4%，产水规模 1000m ³ /d，主机吨水能耗 3.03kW·h，通过回收余压能，有效降低海水淡化能耗 40%-50%。	天津市蓝十字膜技术有限公司

序号	技术/装备名称	技术/装备简要介绍	主要参数及技术经济指标	应用情况及实施效果	技术提供/应用单位
			了核心部件的使役寿命，磨损率低至 $1 \times 10^{-6} \text{mm}^3/(\text{N} \cdot \text{m})$ ，设备故障和维修率大幅度降低。		